Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H. Heuser

Nachuntersuchungen von Modellgußprothesen auf Kobalt-Chrom-Molybdän-Basis unter besonderer Berücksichtigung der Schleimhautverträglichkeit und Mundbeständigkeit

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Karl Wedekind
aus Braunschweig

Marburg 1969

Fotodruck von Erich Mauersberger in Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H. Heuser

Nachuntersuchungen von Modellgußprothesen auf Kobalt-Chrom-Molybdän-Basis unter besonderer Berücksichtigung der Schleimhautverträglichkeit und Mundbeständigkeit

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Karl Wedekind
aus Braunschweig

Marburg 1969

Fotodruck von Erich Mauersberger in Marburg

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Philipps Universität Marburg am 2.6.1969

gedruckt mit Genehmigung der Fakultät
Dekan: Prof. Dr. rer. nat. P. Karlson
Referent: Prof. Dr. med. G. Janke
Correferent: Prof. Dr. med., Dr. med. dent. habil. H. Heuser

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
A. Einleitung	1
B. Hauptteil	3
I. Patientennachuntersuchung	
1. Methodik und Durchführung der Patientennachuntersuchung	3
2. Ergebnisse und Auswertung der Nachuntersuchung	6
a) Klammern und Halteelemente	7
b) Soll die Modellgußprothese Tag und Nacht getragen werden?	13
c) Wie soll die Prothese nachts aufbewahrt werden?	14
d) Erscheinungen an der Gingiva	14
e) Geschmacksveränderungen und Metallgeschmack	15
II. Physikalisch - chemische Betrachtungen über das Verhalten von Metallen in der Mundhöhle	19
III. Korrosionsversuche an Co-Cr-Mo-Legierungen	
a) Vorversuche	24
b) Chemische Versuche zum Nachweis von gelöstem Kobalt	27
c) Korrosionsnachweis einzelner Legierungskomponenten	35
IV. Diskussion	37
C. Zusammenfassung	44
E. Literaturverzeichnis	

E I N L E I T U N G

Inzwischen sind fast 60 Jahre vergangen, seitdem Tamman (Göttingen) und Haynes (USA) 1909 die Entwicklung einer eisenfreien Co-Cr-Legierung gelang, die höhere mechanische Härte- und Elastizitätswerte zeigte als die Cr-Ni-Stähle, deren Entwicklung (1912) V2 A mit den Co-Cr-Legierungen fast parallel lief.

In die Zahnheilkunde wurden die Cr-Ni-Stähle von Hauptmeyer (1919) erstmals als Prothesenwerkstoff eingeführt. Zunächst konnten die eisenfreien Legierungen nicht genutzt werden, da die technische Verarbeitung erhebliche Schwierigkeiten mit sich brachte. Erst im Jahre 1932 ermöglichten Erdle und Prange durch Weiterentwicklung der Co-Cr-Legierungen die Einführung als Gußlegierung in die Zahnheilkunde. Unter dem Namen "Vitallium" wurde diese Legierung von den Austenal-Laboratories (USA) hergestellt. Später wurde Vitallium von der Firma Krupp in Lizenz auch in Deutschland hergestellt. 1952 wurde durch Krupp das "Wisil" für den Einstückguß für Zahnersatzstücke entwikkelt, welches wesentlich bessere gußtechnische Eigenschaften aufweisen konnte. Der Modellguß aus Co-Cr-Mo-Legierungen hat in Deutschland erst knapp 10 Jahre an Bedeutung gewonnen (Klötzer).

Noch 1952 wurden Gußeinrichtungen nur auf Lizenz an die Laboratorien abgegeben. Die Scheu vor den hohen Laboreinrichtungskosten und die mangelnde Erfahrung in der Modellgußtechnik waren zunächst hinderlich für eine größere Verbreitung. Die Erfahrungen der USA auf dem Gebiete der Modellgußtechnik und das Einführen des Ney-Klammersystems in Deutschland trieben auch hier die Entwicklung voran.

Heute ist der Modellguß auf Co-Cr-Mo-Basis überall verbreitet und hat den bewährten V2A-Stahl fast völlig als Prothesenwerkstoff verdrängt.

Bereits 1949, zu Beginn der Entwicklung zum Modellguß aus Co-Cr-Mo-Legierungen, wurden bezüglich der Mundbeständigkeit und biologischen Unschädlichkeit Bedenken angemeldet (Loebich), "die sich wohl erst mit den Jahren praktischer Erprobung entscheiden lassen." Spreng berichtet, daß eine Überempfindlichkeit gegenüber Modellguß bekannt ist, aber praktisch vernachlässigt werden kann.

Auch in unserer Klinik konnten im Verlaufe der letzten Jahre verschiedentlich Unverträglichkeiten festgestellt werden. Auf ausdrücklichen Wunsch und Anregung von Herrn Prof. Dr. Dr. H. Heuser sollte die Bewährung der Modellgußprothese durch Nachuntersuchungen festgestellt werden.

Bekanntlich sind derartige systematische Untersuchungen bisher nur selten durchgeführt worden.

I. Patientennachuntersuchung

1. Methodik und Durchführung der Patientennachuntersuchung

Um möglichst ein Patientengut aus unserer Klinik zu bekommen, wurden die Karteikarten der Prothetischen-Abteilung von 1962 - 1966 durchgesehen und ca. 300 Anschriften von Patienten ermittelt, die von uns eine Modellgußprothese erhalten hatten. Es zeigte sich hierbei, daß das Einzugsgebiet unserer Patienten über der 50 km-Grenze lag. Es wurden 200 Personen ausgesucht, die nicht weiter als 50 km von Marburg entfernt wohnten. Die Patienten erhielten zwei Wochen vorher folgende Aufforderung zur Nachuntersuchung:

355 Marburg an der Lahn
Datum des Poststempels

Sie werden gebeten, in der Zeit von Montag, den _____ bis Freitag, den _____ vormittags von 9.00 Uhr bis 12.00 Uhr, nachmittags von 14.00 Uhr bis 17.00 Uhr in der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten, Prothetische Abteilung, zur kostenlosen Nachuntersuchung und Beratung vorzusprechen.

Der Direktor Prof. Dr. Dr. H. Heuser
i. A.
(Prof. Dr. G. Janke)

Für die Nachuntersuchung hatten wir zwei Wochen angesetzt. Jeweils 100 Patienten waren für jede Woche bestellt worden, die nach vorgefertigten Plänen untersucht wurden.
Von den 200 verschickten Postkarten kamen 30 als unzustellbar zurück.

Um die Gesamtbeteiligung zu errechnen, mußten wir von 170 Patienten ausgehen, die benachrichtigt worden sind, und von denen wir voraussetzten, daß sie die Aufforderung erhalten hatten.

Die Gesamtbeteiligung an der Nachuntersuchung betrug 94,1 %. 76,5 % kamen innerhalb der angegebenen Untersuchungszeit und 5,9 % reagierten auf unsere Aufforderung überhaupt nicht.

Eine Übersicht verdeutlicht die Beteiligung:

200 Patienten wurden angeschrieben
30 Patienten haben die Aufforderung nicht erhalten
21 Patienten hatten sich telefonisch oder brieflich entschuldigt, bzw. es wurde uns mitgeteilt, daß der Patient inzwischen verstorben ist.
111 Patienten konnten untersucht und erfaßt werden
10 Patienten kamen zu einem späteren Termin
10 Patienten reagierten auf unsere Aufforderung nicht.

Das Ergebnis der Nachuntersuchung war in jeder Weise überraschend. Erfreulich war die hohe Beteiligung. Obwohl einzelne Patienten weite Anfahrtswege hatten und mit ihren Prothesen zufrieden waren, kamen sie unserer Aufforderung gern nach. Besonderer Dank seitens der Patienten galt Herrn Prof. Dr. Janke für

sein Interesse an der Nachprüfung der teils vor Jahren eingegliederten Prothesenarbeiten.

Mit zum Teil einfachen Mitteln konnten wir einige störende Fehler an den Prothesen beseitigen. In anderen Fällen war die Neuanfertigung einer Prothese erforderlich geworden, wozu die Patienten gern bereit waren und sich für den Lehrbetrieb wieder zur Verfügung stellten. Verblendungen und Inlays wurden wieder befestigt, ferner wurden einige Patienten auf die verschiedensten Erkrankungen des Zahn-, Mund- und Kieferbereiches hingewiesen. Viele wertvolle Erkenntnisse konnten aus den Erfahrungsberichten der Patienten mit Modellguß-Prothesen gewonnen werden, die in der Folge zum Teil beschrieben und diskutiert werden.

2. Auswertung der Nachuntersuchung

Zunächst folgt ein grober Überblick über die Auswertung der Nachuntersuchung:

111 Untersuchungen
92 Patienten waren mit ihren Prothesen zufrieden
16 Patienten waren mit ihren Prothesen unzufrieden
3 Patienten waren für diese Frage nicht zu verwerten

Schon während der ersten Untersuchungen stellte sich heraus, daß einige Fragen auf den vorgefertigten Plänen unzweckmäßig waren. Neun Patientenangaben waren für die allgemeine Auswertung nicht zu verwenden. Daher beziehen sich die nachfolgenden Zahlenangaben auf 102 Patienten, das entspricht ca. 100 %. Es muß ausdrücklich betont werden, daß diese Angaben nicht allgemein prozentual gewertet werden können, da der Fehleranteil zu groß ist.

63 Patienten tragen ihre Prothese nachts nicht
39 Patienten tragen ihre Prothese Tag und Nacht
9 Patienten zeigten Zerstörungen durch Klammern an den Zähnen
25 Patienten zeigten Rötungserscheinungen oder Schleimhautveränderungen
27 Patienten empfanden Metallgeschmack infolge der Modellgußprothese
19 Prothesen zeigten Brüche von Krallen, Auflagen und Klammern

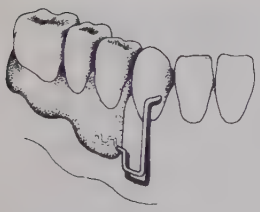
Es sollen nun, in Gruppen geordnet, Einzelbeobachtungen technischer und konstruktiver Art geschildert werden, die uns wichtig erscheinen, um späteren

Fehlern vorzubeugen. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß deshalb die eigentliche Zielsetzung dieser Arbeit, die Mundbeständigkeit und die Schleimhautverträglichkeit der Co-Cr-Mo-Legierungen, zunächst außer Acht gelassen werden soll.

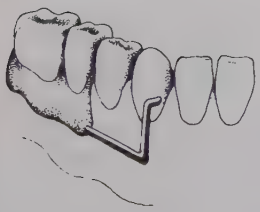
a) Klammern und Halteelemente

Sehr häufig wird an unserer Klinik neben der gegossenen Klammer die gebogene Bonyhard-Klammer als Halteelement der Modellgußprothese angewandt.

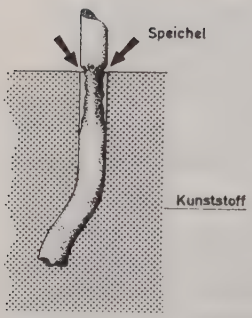
Durch die Funktion der Bonyhard-Klammer konnten bei neun Patienten Schädigungen an den Zahneinheiten festgestellt werden. Anhand von zeichnerischen Darstellungen werden einige Schwachpunkte, bzw. fehlerhafte Gestaltungen, der Bonyhard-Klammer dargestellt.



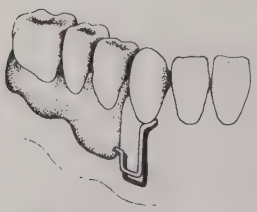
Diese Klammer war funktionsuntüchtig und konnte zu leicht verbogen werden.



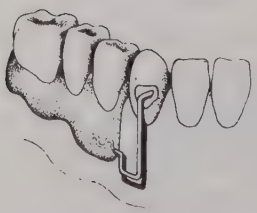
Durch zu langen Klammerarm lokkerte sich der Zahn. Die Klammer wurde durch den Patienten häufiger aktiviert, bzw. unabsichtlich verbogen.



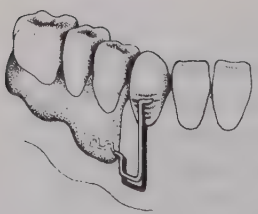
Ein Schwachpunkt der Bonyhard-Klammer dürfte die Eintrittsstelle in den Kunststoff darstellen. Einerseits führt hier erhöhte mechanische Beanspruchung zur interkristallinen Korrosion, andererseits ist durch den Kunststoff der Prothese ein Belüftungselement gegeben, daß auch von außen eine gewisse Korrosion einleitet.



Die Bonyhard-Klammer ist hin und wieder durch fehlerhafte Abstützung der Prothese oder durch Unachtsamkeit des Patienten zu tief abgesunken.



Verblendungen und Zahnhalsinlays waren durch die Bonyhard-Klammer herausgehebelt worden.



Klammern mit einem Durchmesser von 0,5 - 0,6 mm hinterliessen an den Zähnen öfter kleine Schliffe. Stärkere Klammern (0,7 - 0,8 mm und stärker) zeigten durchweg keine Schliffusuren.

Die Bonyhard-Klammer hat sich als ein gutes Halteelement und als kosmetisch unauffällig bewährt. Dennoch sollte man ihre weiche Klammerwirkung, durch den langen Klammerarm bedingt, nicht unterschätzen. Gerade ihr sehr kleiner Angriffspunkt kann auf die Dauer den Schmelzmantel des Zahnes schädigen. Es ist daher empfehlenswert, den Klammerdraht nicht unter 0,7 mm zu wählen.

Weil der Patient den lockeren Sitz seiner Prothese durch die Aktivierung der Bonyhard-Klammer selber verbessern möchte, finden wir besonders hierdurch Lockerungsgrade der Haltezähne. Eine Kontraindikation ergibt sich bei ungenügend abgestützten Prothesen, Zahnhalsinlays, Zahnhalsfüllungen und Verblendkronen.

Klammern und Stützelemente aus Modellguß

Bei den gegossenen Klammern und Stützelementen konnten wir folgende Nachteile feststellen:

Die Patienten klagten über zu lockeren Sitz ihrer Prothesen. Die Prothesen wiesen ausreichende Verklammerung auf, trotzdem war ein genügender Halt nicht gegeben. Bei der verhältnismäßig hohen Zahl an Fällen war uns nur eine Prothese aufgefallen, die auch bei längerem Tragen eine ausreichende Klammerwirkung zeigte.

Der Fehler hierfür lag unseres Erachtens ausschließlich in der technischen Verarbeitung. Ein späteres Aktivieren des Klammerarmes durch den Patienten oder

durch den Zahnarzt führt entweder zu einem Knick oder zu einem vorzeitigen Bruch des Klammerarmes, da das kristalline Gefüge des Modellgusses eine spätere kalte Verformung nur in einem sehr geringen Maße zuläßt.

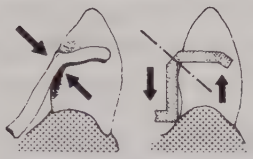
Eine weitere Bruchursache fanden wir in der Gestaltung der Klammern. Besonders fiel dies dem Molarenbereich bei den Doppelarmklammern auf. Die in der Stahltechnik ungeübten Praktikanten hatten unter Außerachtlassung der "Kuhhorn-Form" die Metallgerüste zu stark ausgearbeitet und dabei die Klammer für ihre Funktion unzweckmäßig gestaltet.

In den Jahren 1962 und 1963 wurden einige Modellgußprothesen hergestellt, bei denen die Basis und die Abstützungen gegossen waren, die Klammern aber gebogen wurden. Der Sitz der Prothesen und der Klammern war durchaus als gut zu bezeichnen.

Weitere Bruchursachen, die die technische Verarbeitung betreffen, lagen in der unsachgemäßen Verarbeitung des Materials. So war ein starker Sublingualbügel mit darüberliegender fortlaufender Klammer gebrochen. Eine Ok-Platte war in zwei Hälften zersprungen. Außerdem war an dieser Platte kaum eine Klammer, die nicht gebrochen war. Beweise, die sich aus lunkerhaften Gußobjekten ergeben.

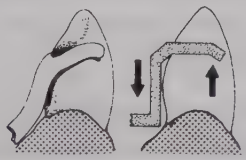
Eine andere Ursache, die zum Bruch von Auflagen und Krallen führte, lag in der unzweckmäßigen Präparation der Pfeiler für diese Stützelemente.

Folgende Abbildungen veranschaulichen diese Schwachpunkte:



Bei falscher Präparation erweist sich der rechte Winkel in dem einarmigen Hebel als Schwachpunkt der Auflage. Die Elastizität des Gußmaterials ist zu gering, um den Kaudruck an dieser Stelle abzufangen. Andererseits fällt bei unsachgemäßer Präparation und bei der technischen Gestaltung der Auflage dieser Winkel im Metallgerüst zu schwach aus, so daß es durch die entstehende Kerbwirkung oftmals zum Bruch der Auflage kommt.

Aus diesen Beobachtungen heraus ergibt sich die Forderung, schon durch eine zweckmäßige Präparation am Zahn, diesen Winkel zu verstärken.



Eine weitere Ursache, die zum Bruch von Auflagen führen kann, konnten wir beobachten: Es fiel uns auf, daß Porzellanzähne im Gegenkiefer Krallen und Auflagen anschleifen, während der Kunststoffzahn und der natürliche Zahn den Modellguß nicht angreifen.

Allgemein muß gesagt werden, daß sich die Krallenauflage bei sattelfernen Abstützungen und im Paradontosegebiß sehr gut bewährt haben. Nur wenige Patienten fanden die Auflagen im UK kosmetisch störend, während im OK in dieser Hinsicht empfindlich reagiert wird.

Wir sind der Auffassung, daß im OK bei nicht durch Paradontose geschädigten Gebissen eine Krallenauflage auf den Eckzähnen kontraindiziert ist, da die Eckzähne sowohl durch ihre anatomische Lage als auch von ihrer anatomischen Form her eine palatinale Auflage gewährleisten.

In keinem Fall konnten wir Karies unter einer Auflageklammer feststellen.

Bei unseren Nachuntersuchungen hatten wir zwei Fälle, wo eine Kappenschiene im UK-Frontzahnbereich getragen wurde. Da es sich in beiden Fällen um ein Abrasionsgebiß handelte, kam die Metallschiene auf der Dentinsubstanz zu liegen. Während der eine Patient seine Prothese sehr sauber hielt und nachts nicht trug, nahm der andere Patient seine Prothese nur gelegentlich aus dem Mund.

Der Sitz beider Prothesen war auch nach längerer Tragezeit als sehr gut zu bezeichnen. Allerdings hatte sich die Sauberkeit dadurch bezahlt gemacht, daß an der Zahnsubstanz keinerlei Schaden aufgetreten war, während in dem zweiten Fall die occlusale Dentinfläche kariös erweicht war.

b) An dieser Stelle erhebt sich die Frage, soll man die Modellgußprothese nachts herausnehmen oder Tag und Nacht tragen lassen?

Die Patientenumfrage ergab, daß 63 Patienten ihre Prothesen nachts nicht trugen, während 39 Patienten ihre Prothesen auch nachts einbehielten.

Unsere Praktikanten haben für ihre Patienten die Anweisung, daß die Prothesen grundsätzlich nachts aus dem Munde entfernt werden. Nur bei Vorliegen von Parafunktionen (Carolyi-Effekt) werden Prothesen auf unsere Anordnung auch nachts getragen. (Anbringung zusätzlicher Halterungs- und Schienungselemente). Wir sind der Auffassung, daß es nicht nur für das Restgebiß und die Mundschleimhaut das Beste ist, wenn die Prothese nachts nicht getragen wird, sondern auch für den Allgemeinorganismus.

Hierfür führen wir folgende Gründe an:

1) Die Schleimhaut wird entlastet und kann nachts besser durchblutet werden (Biologische Erholung).

2) Schmutznischen, die tagsüber von der Prothese bedeckt werden, werden der natürlichen Reinigung zugänglich gemacht (Physiologische Selbstreinigung).

3) Die Gefahr der Fremdkörperaspiration oder ein Abrutschen in den Nasen-Rachenraum wird vermieden.

4) Wegfall von bakteriellen, chemischen und physikalischen Noxen während der Schlafenszeit (Brutkasten).

Wie die Nachuntersuchung ergeben hat, wird es aus psychologischen Gründen und aus Gründen mangelnder Hygiene nicht zu verhindern sein, daß mehr als ein Drittel der Untersuchten die Prothesen Tag und Nacht trägt.

c) Von mehreren Patienten wurde uns die Frage gestellt, wie sie ihre Prothese nachts aufbewahren sollten.

Ob das eine oder andere Reinigungsmittel gut sei.

Ob man die Prothese in Wasser oder an der Luft aufbewahren sollte.

Bei den untersuchten Prothesen konnte man bei einigen ein Verblassen des Kunststoffes feststellen. Wir führen dies auf den Gebrauch von stark angreifenden Reinigungsmitteln zurück.

Ob nun die feuchte oder trockene Aufbewahrung der Prothese zu empfehlen sei, dafür ließen sich für beide Möglichkeiten Gründe anführen. Wir empfehlen die feuchte Aufbewahrung nach vorheriger gründlicher Reinigung in klarem Wasser mit leichten, antiseptisch wirkenden Geschmackskorrigentien. Der Gebrauch stark angreifender Reinigungsmittel sollte möglichst vermieden werden.

d) Erscheinungen an der Gingiva

In 25 Fällen konnten wir eine krankhafte Veränderung der Gingiva feststellen.

Bei 16 Fällen möchten wir einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Tragen der Modellgußprothese annehmen, in den restlichen 9 Fällen konnten die Veränderungen durch Zahnstein, fehlerhafte Abstützung und dergl. erklärt werden. Bei 8 Fällen lagen diese Erscheinungen im Bereich des Sublingualbügels. Die anderen Fälle beziehen sich auf flächenhaft der Gingiva anliegende Metallbezirke. Es war auffallend, daß diese Rötungserscheinungen partiell auftraten, und zwar an all den Stellen, wo Metall in unmittelbarem Kontakt mit der Gingiva stand. Bereits vor dieser Nachuntersuchung klagten Patienten über ein brennendes Gefühl an der in unmittelbarem Kontakt mit dem Metall befindlichen Schleimhaut. In einigen Fällen war dies Brennen derart unerträglich geworden, daß die Modellgußprothese nicht mehr getragen werden konnte. Mit einer entsprechenden Kunststoffprothese ließen sich die Symptome beseitigen. Während der vorliegenden Untersuchung konnte ein derartiger Fall nicht erfaßt werden.

e) Geschmacksveränderungen und Metallgeschmack

Eine verhältnismäßig hohe Zahl (27) entspr. ca. 25 % unserer Patienten gaben auf unsere Frage, "ob ihnen schon einmal Metallgeschmack aufgefallen sei", eine positive Antwort. Es wurde bewußt darauf geachtet, daß die Patienten durch die Fragestellung nicht in einer gewissen Richtung beeinflußt wurden. Die Antworten waren daher vielfältig und rein subjektiver Art und sollen hier in Stichworten angeführt werden:

Pat. C. B. Nr. 2 Die Patientin empfindet Metallgeschmack, wenn die Prothese nachts nicht herausgenommen wird.

Pat. G. D. Nr. 9 Hin und wieder Metallgeschmack (Nach dem Essen)

Pat. E. K. Nr. 10 Verspürt selten Metallgeschmack

Pat. J. W. Nr. 19 Nach Zitrusfrüchten - Metallgeschmack

Pat. F. W.	Nr. 20	Beim Essenzubereiten gestörtes Geschmacksempfinden, nach Zitrusfrüchten - Metallgeschmack
Pat. F. G.	Nr. 31	Metallgeschmack nach Äpfeln
Pat. A. M.	Nr. 34	Gelegentlich ein metallischer Geschmack
Pat. M. W.	Nr. 39	Bei Zitronen Metallgeschmack
Pat. E. B.	Nr. 41	Nach Zitrusfrüchten
Pat. K. F.	Nr. 47	Patient verspürte im Anfang Metallgeschmack, hat sich aber inzwischen daran gewöhnt
Pat. H. H.	Nr. 55	Hat des öfteren schon Metallgeschmack verspürt, Zitrusfrüchte - ja
Pat. A. K.	Nr. 60	Die Patientin verspürt immer Metallgeschmack, ansonsten Geschmacksstörungen beim Essenkochen. Die Prothese wird beim Abschmecken entfernt
Pat. R. M.	Nr. 63	Bei Zitrusfrüchten - ja, seltsames Kribbeln an der Zunge bei Zitronen
Pat. M. N.	Nr. 67	Nach Zitrusfrüchten
Pat. U. R.	Nr. 69	Kurz nach gewissen Speisen Metallgeschmack - Äpfel

Pat. L. S.	Nr. 73	Nach Zitrusfrüchten. Im Anfang bei Obst und Früchten, inzwischen zur Gewohnheit geworden - es wird nicht mehr registriert
Pat. O. S.	Nr. 74	Nach Zitrusfrüchten (nicht stark)
Pat. W. Z.	Nr. 79	Nach Bonbons
Pat. K. B.	Nr. 81	Geschmacksstörungen im Anfang, nach herzhafter Speise anderer Geschmack
Pat. B. B.	Nr. 84	Beim Essen, wenn die Patientin mit den Zähnen reibt - Metallgeschmack
Pat. W. B.	Nr. 89	Nach einer Reila-Perle
Pat. E. C.	Nr. 92	Nach längerem Tragen
Pat. H. H.	Nr.109	Zeitweise Metallgeschmack nach Zitrusfrüchten
Pat. K. P.	Nr.110	Metallgeschmack nach Zitrusfrüchten und nach Magensäuretabletten (Enzynorm)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Metallgeschmack nicht dauernd verspürt wird, sondern nach mechanischer Beanspruchung (Reiben), nach dem Essen und nach Einwirkung von reduzierenden Säuren, wie sie enthalten sind in: Äpfeln, Zitrusfrüchten, Mineralwasser, Cebiontabletten, Bonbons, Reila-Perlen, Magensäuretabletten.

Von den Patienten wurde rein subjektiv angegeben, daß sie Metallgeschmack bzw. Geschmacksstörungen verspürt haben.

II. Physikalisch-chemische Betrachtungen über das Verhalten von Metallen in der Mundhöhle

Aus den Nachuntersuchungen können zwei Ergebnisse bezüglich Schleimhautverträglichkeit und Mundbeständigkeit festgehalten werden.

1. Rötungserscheinungen an der mit Metall in Berührung stehenden Gingiva sind feststellbar.

2. Die subjektive Angabe von ca. 25 % der untersuchten Patienten, unter bestimmten Voraussetzungen Metallgeschmack zu verspüren.

Offenbar werden von den Co-Cr-Mo-Legierungen Reize ausgelöst, die als Geschmacksstörung und in sehr seltenen Fällen als ein Brennen der Mundschleimhaut empfunden werden.

Wegen der Vielfältigkeit der reizauslösenden Faktoren sollen im Teil II dieser Arbeit physikalisch-chemische Betrachtungen über das Verhalten von Metallen in der Mundhöhle dargelegt werden.

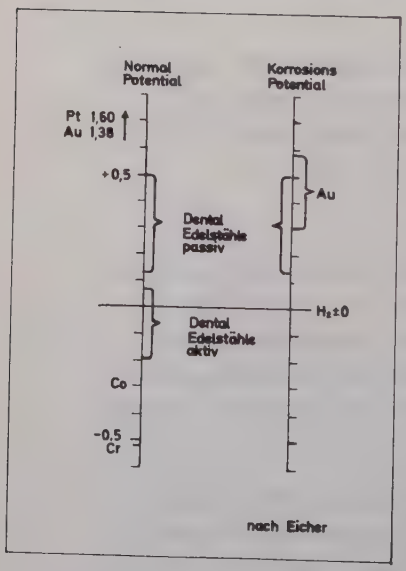
"Jedes Metall setzt auf Grund seiner Lösungstension in wässrigen Lösungen Ionen frei. Dabei ist der Lösungsdruck des Metalls eine für dieses Metall charakteristische Größe, die durch das Bestreben seiner Atome gekennzeichnet ist, in den elektrisch geladenen Zustand überzugehen.

Diesem Bestreben wirkt der osmotische Druck entgegen, den man als das Bestreben der Ionen ansehen kann, in den atomaren Zustand überzuwechseln. Beide Drucke sind demgemäß Antagonisten.

Bei den edleren Metallen ist der Lösungsdruck erheblich kleiner als der osmotische Druck ihrer Ionen, während hingegen bei den unedleren Metallen der Lösungsdruck des Metalls größer ist als der osmotische Druck der Ionen. Von der Bilanz beider Größen ist in erster Annäherung das Potential eines Metalls in einem Elektrolyten abhängig." (Köhler)

"Bei manchen Metallen, z. B. Aluminium, Eisen, Nikkel, Kobalt und besonders bei Chrom, führen schon ganz dünne Oxydschichten zur "Passivität", d. h. zu einer geringeren Ionenaktivität, die sich in einer Veredlung des Potentials und damit auch in einer erhöhten Korrosionsbeständigkeit ausdrückt." (wagner)

Zur Erklärung der Passivität gibt es die verschiedensten Theorien, doch dürfte sich die Auffassung durchsetzen, daß eine Schutzschicht aus Chromoxyd und im geringeren Maße Kobaltoxyd den Korrosionsschutz bei den Co-Cr-Mo-Legierungen bewirkt.



Nach Stegemann unterscheiden sich bei den Co-Cr-Mo-Legierungen die Korrosionspotentiale im Speichel zwischen aktiver Phase von - 0,17 V bis + 0,08 V und passiver Phase von + 0,18 bis 0,50 V. Vergleicht man hierzu die Korrosionspotentiale von Gold: von + 0,37 bis 0,57 V (Normalpotential von Gold + 1,38 V) so stellt man fest, daß die Dentaledelstähle im passiven Zustand etwa das gleiche Potential wie Gold haben.

So dürften zwischen den Dentaledelstählen und dem Dentalgold nur sehr geringe Spannungen entstehen. Zu dieser Feststellung ist allerdings anzuführen, daß diese Ergebnisse unter unphysiologischen Bedingungen gefunden wurden. Im Ruhespeichel (als Elektrolyt) sind diese Werte zutreffend. Ganz anderen Bedingungen werden aber diese Metalle im täglichen Gebrauch in der Mundhöhle ausgesetzt.

Hierüber liegen entsprechende Untersuchungen von Stegemann über den Einfluß von Temperatur, Belüftung und von Marxkors bezüglich der mechanischen Beanspruchung vor.

Masing hat acht Punkte zusammengestellt, die dem Praktiker einen Überblick über Entstehungsmöglichkeiten von Spannungen-Lokalelementen geben sollen. Eine Beachtung dieser Spannungsquellen durch Arzt und Techniker schützt den Patienten vor unnötigen Spannungsbelastungen.

Nach Masing sind begünstigende Faktoren:

1. Berührungsstellen verschiedener Metalle
2. Unterschiedliche Gefügebestandteile, entstanden durch falsche Wärmebehandlung im Laboratorium. Bei den Co-Cr-Mo-Legierungen entstehen $Cr_{23}C_6$-Carbide, die wiederum gegen das übrige Gefüge ein Potential bilden. Es kommt also zu Spannungen, ohne daß ein zweites Metall vorhanden ist.
3. Unterschiedliche Verformungsgrade
   Die durch den Kauakt dem Metall zugeführte Energie bedingt eine Verformung, die als Gitterenergie aufgenommen wird. Die Differenz der Gitterenergien führt zur Potentialbildung, wobei das

stärker verformte Material schneller in Lösung geht als das weniger oder nicht verformte Material.

4. Berührung der Metalle mit Gasen
   Für die Mundverhältnisse wären unterschiedlicher Belüftungsgrad der Prothesenanteile anzuführen (Belüftungselement - Prothesengerüst z. T. freiliegend, z. T. mit Kunststoff bedeckt).

5. Unterschiedlicher Aktivitätszustand der Metalle

6. Bedeckung der Oberfläche mit verschiedensten Korrosionsprodukten

7. Unterschiedliche Konzentration im Elektrolyten

8. Stellen unterschiedlicher Temperatur
   Es ist bekannt, daß Stellen unterschiedlicher Temperatur des gleichen Metalles ein Potential miteinander bilden. Stegemann hat diese Faktoren an Degulor, Palliag und Wipla untersucht.

Wenn wir von der Tatsache ausgehen, daß sich elektrische Spannungen bei Anwesenheit von ein oder mehreren Metallen ergeben, dann ist die Korrosion eine selbstverständliche Folge.

Definition des Begriffes Korrosion:
"Korrosion ist die Zerstörung von Metall durch chemische oder elektrochemische Reaktion mit seiner Umgebung."

Auch für die elektrochemische Korrosion gilt das Ohmsche Gesetz:

$$I = \frac{U}{R} \qquad \text{Stromstärke} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$$

Für den Korrosionsfall entspricht die Gleichung

$$\text{Korrosionsgeschwindigkeit} = \frac{\text{Potentialdifferenz}}{\text{Reaktionsgeschwindigkeit}}$$

(Wagner)

Sind Spannungen zwischen den Metallen vorhanden, dann kommt es entweder zur Korrosion und damit zur Zerstörung des Metalls oder es bildet sich ein elektrochemisches Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Metallen aus. Dies bedeutet aber, daß Ionen des betreffenden Metalls in Freiheit gesetzt werden. Ionen verhalten sich in Lösung chemisch indifferent. Erst mit Ladungsabgabe werden die Teilchen reaktionsfähig.

Es besteht ein erheblicher Unterschied, ob sich die Metalle berühren oder räumlich voneinander getrennt sind. Im ersten Falle kann ein Strom fließen, im zweiten Falle nur unter bestimmten Voraussetzungen, die durch den sich zwischen den Metallen befindlichen Widerstand (als Dielektrikum z. B. Speichel als schlechter Elektrolyt) gegeben sind.

Wenn Metalle unterschiedlichen Lösungsdruckes sich berühren, dann entsteht ein Lokalelement. Die Definition sagt, daß man unter einem Lokalelement ein elektrochemisches Korrosionselement versteht, dessen Elektrodenflächen kleiner als 0,01 mm sind. Dies bedeutet, daß bei dieser Größenordnung schon die kleinsten Heterogenitäten im Metall als galvanisches Element zu betrachten sind, von denen man weiß, daß sie zur interkristallinen Korrosion und damit zum Bruch eines Werkstückes führen können.

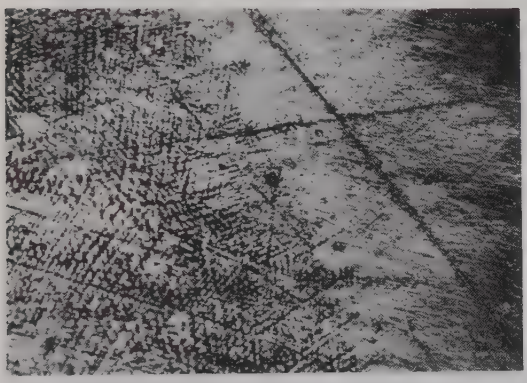
III. Chemische Korrosionsversuche an Co-Cr-Mo-Legierungen

a) Vorversuche:

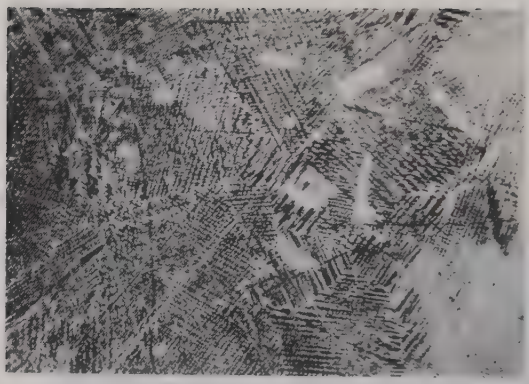
An unserer Klinik waren bei einigen Patienten Symptome aufgefallen, die die Vermutung einer Unverträglichkeit gegenüber Modellgußprothesen aufkommen ließ. Die Patienten klagten über ein heftiges Brennen der Mundschleimhaut, das bisweilen so stark wurde, daß die Prothese nicht mehr getragen werden konnte. Klinisch konnte bei den mit Metall bedeckten Schleimhautbezirken eine hyperämisch-hyperplastische Schleimhautveränderung festgestellt werden. Von den Patienten wurde angegeben, daß sie zeitweilig Metallgeschmack empfunden hatten. Zunächst konnten klinisch keinerlei Reizmomente festgestellt werden, von denen diese subjektiv empfundenen und klinisch sichtbaren Symptome hergeleitet werden konnten. Durch die Herstellung einer Kunststoffprothese konnten allerdings diese Reizerscheinungen ausgeschlossen werden. Daher mußten wir zu dem Schluß kommen: die Mundbeständigkeit der für den Modellguß gebräuchlichen Co-Cr-Mo-Legierungen ist anzuzweifeln.

Die Vorversuche erbrachten eindeutig, daß die Legierung gegenüber reduzierenden Säuren unbeständig ist. Zu diesem Zweck hatten wir Zellstoff mit dem Saft einer frischen Zitrone getränkt und diesen eine Zeitlang einer Co-Cr-Mo-Legierung in Form einer bereits getragenen Modellgußplatte ausgesetzt. Nach Veraschung des Zellstoffes konnte eindeutig das blaue Kobaltsalz nachgewiesen werden.

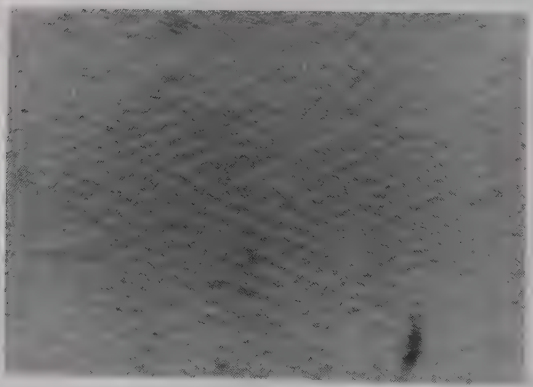
In einem anderen Versuch gelang es mit einem Filterpapier, welches mit reduzierender Säure getränkt war und einige Tage auf das Metall eingewirkt hatte, die Oberfläche anzuätzen.



1. Die Grenze zwischen angeätzter und nicht geätzter polierter Metalloberfläche im Auflichtmikroskop



2. Gefügebild im Mittelpunkt der Anätzung



3. Oberflächendarstellung der angeätzten Legierung mit Hilfe der Replicatechnik (n. Wolf - Heuser)

Dies war um so erstaunlicher, zumal Huszar und Fuchs darauf hingewiesen hatten, daß selbst Königswasser und dergleichen versagten, die Legierung anzugreifen. Wegen der großen Härte sei es auch schwierig ein Schliffbild herzustellen, um ein Gefügebild zu gewinnen. Die Verfasser verweisen auf elektrolytisches Anätzen.

b) Chemische Versuche zum Nachweis von gelöstem Kobalt

Auf Vorschlag von Herrn Prof. Pfeil, dem wir die Versuchsanordnung verdanken, gelang es, Kobalt auch in geringen Spuren, mit denen wir in unseren Versuchen arbeiten mußten, darzustellen. Die Methode, die anschließend eingehend beschrieben wird, eignet sich sehr gut für die Materialprüfung zur Testung der Oberflächenbeschaffenheit von Modellgußplatten. Wir konnten z. B. feststellen, daß die Oberfläche einer Modellgußplatte nicht an allen Stellen gleich edel war. Stellen unterschiedlicher Oberflächenveredelung, lunkerhafte Gußstellen oder Konzentrationsunterschiede der Legierung etc., sind Ursachen die eine Legierung nach außen hin edler oder unedler erscheinen lassen.

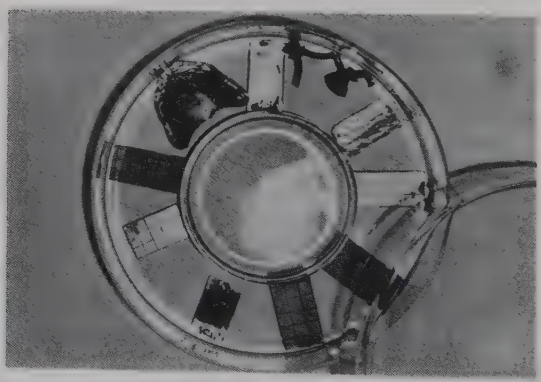
Mit dieser Methode ist es möglich, edlere bzw. unedlere Bezirke einer Metallplatte zu ertesten.

Versuchsanordnung

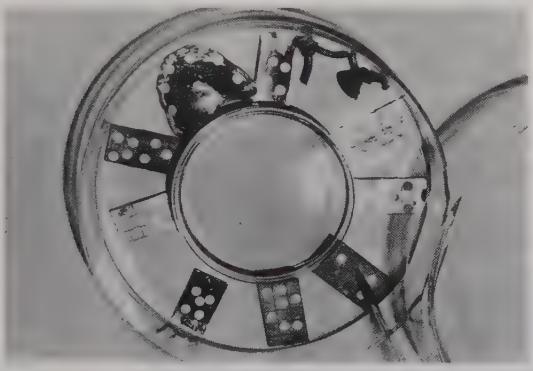
Kobald wird aus einer Co-Cr-Mo-Legierung durch reduzierende Säuren in Lösung gebracht.

Mit Ammoniumsulfid wird das schwarze Kobaltsulfid ausgefällt.

In einer feuchten Kammer, bestehend aus einer großen Petrischale (mit Deckel zum Verschließen) in deren Mitte sich eine kleinere Schale mit Wasser befindet, die den Wasserdampfdruck in der geschlossenen Petrischale aufrechterhält, werden die zu untersuchenden Metalle gelegt (s. Abb.).



Für unsere Versuche wurden mit einem Locher Filterpapierplättchen ausgestanzt und auf die Metallplatten gelegt. Anschließend beimpften wir die Plättchen mit der jeweiligen reduzierenden Säure mit einer Pipette (s. Abb.).



Mit Hilfe der feuchten Kammer ist es möglich, Versuche über mehrere Stunden bzw. Tage laufen zu lassen. Die wasserdampfgesättigte Luft verhindert, daß die mit reduzierender Säure getränkten Filterpapierplättchen austrocknen.

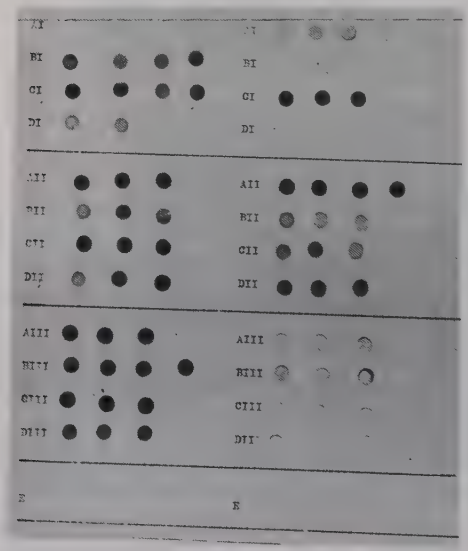
Unsere Versuchsreihen erstreckten sich jeweils über 6, 12, 18, 24 Stunden. Danach trockneten wir die einzelnen Filterpapierplättchen im Memmertschrank. Anschließend wurden die getrockneten Plättchen auf Glas gelagert in einer anderen feuchten Kammer gesättigtem Ammonsulfiddampf ausgesetzt. Durch eine schwarze bzw. dunklere Verfärbung der Plättchen,

konnte das schwarze Kobaltsulfid sichtbar gemacht werden. Auf DIN A 4-Bögen wurden dann die Plättchen geordnet aufgeklebt und optisch ausgewertet.

Folgende Bilder verdeutlichen, wie das gelöste Kobalt sichtbar gemacht wurde.

Beispiel I

Metallplatten zweier verschiedener Herstellerfirmen, die aus neuen Gußwürfeln in unserem Stahllabor gegossen wurden, sind unter gleichen Bedingungen getestet. 12 Stunden wirkten 1/10 n Ascorbinsäure, Zitronensaft, Essigsäure 1 n auf die Metallplatten ein.



1/10 n Ascorbinsäure

Zitronensaft

1 n Essigsäure

Metall 1 Metall 2

12 Std.

A - abgestrahlt
B - unbearbeitet
C - geriffelt
D - poliert

I - 1/10 n Ascorbinsäure
II - Zitronensaft
III - 1 n Essigsäure

E - Leerversuch mit H_2O

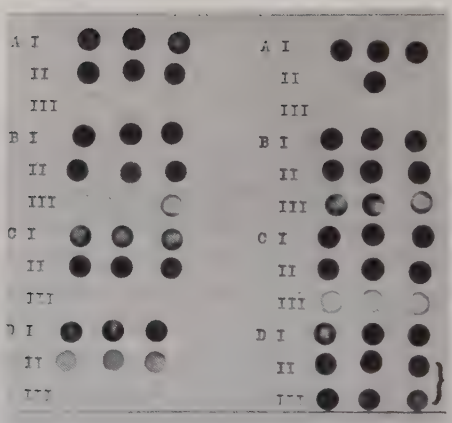
Die Aufnahme, die drei Versuchsreihen zeigt, läßt erkennen, daß das Metall der Herstellerfirma auf der linken Bildseite mehr in Lösung gegangen ist als das Metall der anderen Herstellerfirma (rechts). Der Unterschied ist allerdings gering und läßt daher kein eindeutiges Werturteil zu. Auffallend ist, daß bei beiden Proben der Zitronensaft besonders stark Kobalt angreift. Es darf dabei nicht unberücksichtigt bleiben, daß auch Bestandteile des Zitronensaftes die Plättchen leicht verfärben.

Beispiel II

Dies Beispiel und das nachfolgende lassen die Unterschiede zwischen den verschiedenen Metallfabrikaten verschwinden.

In dieser Versuchsreihe wurden die Metalle in vier verschiedenen Bearbeitungsstadien gleichen Bedingungen ausgesetzt.

18 Stunden wirkten I) 1/10 n Ascorbinsäure, II) Zitronensaft, III) Essigsäure bei 36° C in einer feuchten Kammer auf die Gußobjekte ein. Um Verschmutzungen auszuschließen, wurden alle Gußplatten vorher in konz. Salpetersäure gereinigt.

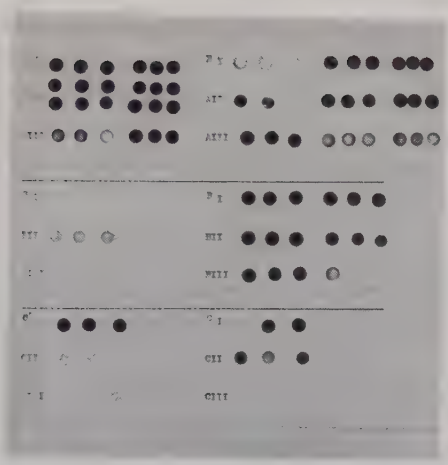


A - abgestrahlt
B - angeschliffen mit einer Nylonscheibe
C - elektrolytisches Glanzbad
D - poliert

Nach 18 Stunden verliert sich schon der Unterschied zwischen oberflächlich veredelten und unbearbeiteten Metallplatten.

Beispiel III

Nach 24 Stunden ist die Färbung der Plättchen wesentlich stärker als die vorangegangenen Beispiele zeigten.



A - abgestrahlt	I	1/10 n Ascorbinsäure
B - unbearbeitet	II	Zitronensaft
C - poliert	III	1 n Essigsäure

Bei der Auswertung der Plättchen wirkt sich eine leichte Braunfärbung durch die Ascorbinsäure nachteilig aus. Auch verändern die Plättchen ihre Farbe nach längerer Liegezeit. Bei den Aufnahmen ist die Intensität der Färbung zu stark wiedergegeben, doch lassen sich Helligkeitsabstufungen noch gut erkennen.

Ergebnis:

Gegenüber reduzierenden Säuren sind die Co-Cr-Mo-Legierungen nicht beständig. Am stärksten aufgelöst wurden sie durch die stark reduzierende Ascorbinsäure. Aber auch mit Zitronensaft, 1/10 n HCL und Essigsäure konnten positive Reaktionen beobachtet werden.

Durch Oberflächenbehandlung läßt sich die Angriffsfläche der reduzierenden Säure verringern und damit eine relative Veredelung des Materials erzielen.

Bei sechsstündigen Versuchsreihen zeigten sich an den hochglanzpolierten Metallplatten nur geringe Co-Spuren. Nach vierundzwanzigstündigen Versuchsreihen kam es zu einer Angleichung mit dem unbearbeiteten Material. Ein Beweis dafür, daß die Oberflächenveredelung durch Politur, Glanzbad o. ä. zwar die Angriffsfläche herabsetzt, aber, nachdem die Legierung von dem passiven Zustand in den aktiven überführt ist, keinerlei Korrosionsschutz darstellt. Die Leerversuche mit destiliertem Wasser waren negativ.

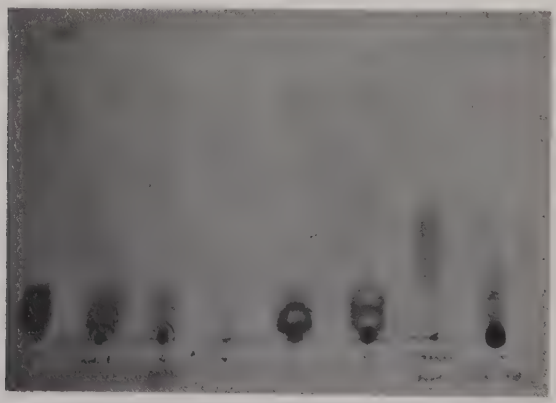
c) Korrosionsnachweis einzelner Legierungskomponenten

In den vorangegangenen Korrosionsversuchen konnte Kobalt als in Lösung gegangenes Metall nachgewiesen werden. Es wäre falsch, Kobalt für eine Metallintoxikation allein verantwortlich zu machen, ohne zu wissen, ob seine Legierungskomponenten auch in Lösung gehen. Für uns war daher der Nachweis, daß auch andere Metalle in Lösung gingen, sehr wichtig, zumal die heutigen Legierungen in ihrer Zusammensetzung sehr komplex sind. Unterschiede bei den verschiedensten Fabrikaten ergeben sich aus den Beimischungen, die das prozentuale Verhältnis von Co-Cr-Mo geringfügig verändern.

	C	Fe	Cr	Co	Mo	Si	Mn	Zusätze
Vitallium (Austenal)	0,4	0,7	30,8	62,5	5,1	0,3	0,5	
Wisil (Krupp)	0,35	0,5	27,0	66,2	4,5	0,4	1,0	
Remanit G.fh (Dentaurum)	0,4	1,6	28,0	65,0	4,5	0,2	0,3	
Wironit G. (Bremer Goldschl.)	0,4	1,1	27,7	64,4	5,1	0,7	0,3	Al 0,3
Resilium (Reufert)	0,5	0,5	31,0	62,5	4,6	0,5	0,3	

Zunächst versuchten wir in vitro mit Vergleichslösungen Farbreaktionen mit anderen Legierungskomponenten zu erzielen. Die Versuche konnten nicht verwertet werden, da die Ergebnisse nicht eindeutig waren.

Ein besseres Ergebnis konnte mit Hilfe der Papierchromatografie erzielt werden (s. Abb.).



Die Proben 1 - 4 wurden getrennt im Reagenzglas bei 36° C acht Tage einer 0,5 %igen Ascorbinsäure ausgesetzt.

Proben:
1) unbearbeitetes Metall
2) Teil einer bereits getragenen Prothese
3) poliertes Metall
4) ein Gußwürfel

Auf dem Chromatogramm sind zwischen den Proben 1 - 4 die Vergleichsflüssigkeiten von Co-Cr-Mo zu sehen. Auffallend ist, daß Cr auf dem Chromatogramm nicht sichtbar wurde, während Co und Mo gut zu erkennen sind. Auch einige unbekannte Legierungskomponenten sind durch Farbänderungen schwach angedeutet.

IV. Diskussion

Es soll in der Diskussion erörtert werden, ob sich subjektiv und objektiv feststellen läßt, daß die bei Patienten die Modellgußprothesen tragen manchmal auftretenden Schleimhautrötungen auf die Korrosion der Co-Cr-Mo-Legierungen zurückzuführen sind oder nicht.

Um dies festzustellen wurden zwei Wege beschritten:

1. Eine Patientenuntersuchung wurde durchgeführt, um zu sehen, wie hoch der Prozentsatz der Patienten ist, die Geschmacksstörungen empfinden, oder bei denen sich Rötungen der Schleimhaut feststellen lassen. Es wurde darauf geachtet, bei welchen Nahrungsmitteln Geschmacksstörungen auftraten und wo die Rötungserscheinungen lagen.

Die Ergebnisse sind bereits vorher beschrieben. Hier nur so viel:

Von 111 untersuchten Patienten empfanden 27 Patienten Geschmacksstörungen. Bei 25 Patienten konnten Rötungserscheinungen festgestellt werden, von denen wir glauben, daß 16 in ursächlichem Zusammenhang mit dem Tragen der Modellgußprothese stehen.

2. Mehrere chemische Untersuchungen wurden durchgeführt. Diese ergaben:

Reduzierende Stoffe sind in der Lage, aus einer Co-Cr-Mo-Legierung Co herauszulösen. Papierchromatografisch konnten auch Co, Mo und andere Legierungskomponente als in Lösung gehende Metalle festgestellt werden, während Chrom auf dem Chromatogramm nicht sichtbar wurde.

Die bei den Versuchen angewandten Konzentrationen der Reduktionsmittel und auch die Einwirkungsdauer lagen in einem unphysiologischen Bereich, daher sind die Ergebnisse nur relativ, sie sagen über die absolute Menge nichts aus. Es erhebt sich jetzt die Frage: Läßt sich aus den unter unphysiologischen Bedingungen erhaltenen Ergebnissen schließen, daß auch im Munde Kobalt in Lösung geht?

Wir glauben, daß das der Fall ist, und zwar aus folgenden Gründen:

Zunächst sind in jeder Mundhöhle normalerweise bereits verschiedene Reduktionsmittel vorhanden (Gärung, Zellatmung, Bakterien etc.).

Durch das Tragen der Prothese treten zusätzlich Reduktionsmittel auf (Gärung von Kohlehydraten in den unbelüfteten Schmutznischen).

Alle bis jetzt erwähnten reduzierenden Vorgänge treten bei Prothesenträgern dauernd auf und führen, auch wenn die Konzentration des Reduktionsmittels diejenige in den Versuchen nicht erreicht, auf die Dauer sicher zur Aktivierung der Legierung und somit zur Freigabe von Metall.

Außerdem treten in der Mundhöhle alle mit der Nahrung aufgenommenen Stoffe auf (z. B. Obst, Kartoffeln, Zitrusfrüchte, Wein, Essig), die reduzierende Säuren in zum Teil erheblichen Konzentrationen enthalten. Sie werden vom Speichel zwar schnell verdünnt, haben bis dahin aber wohl die Modellgußprothese an einigen Stellen ihrer Oxydschicht beraubt.

Auch durch mechanische Biegebeanspruchungen beim Kauen wird Metall aus der Legierung herausgelöst, bzw. der durchgehende Oxydschutzfilm wird stellenweise zerrissen und die aktive Metalloberfläche wird

freigelegt. Durch dauerndes Reiben der Zunge können weiterhin glattpolierte Bezirke entstehen, auch wird durch mechanischen Abrieb bei der Kaufunktion die Oxydschicht bestimmt, wenn nicht auch das Metall aus seiner Verbindung herausgerissen.

Folgerung:

Alle Patienten, die Modellgußprothesen aus Co-Cr-Mo-Legierungen tragen, haben gelöstes Metall in ionogener oder atomarer Form im Munde.

Warum geben nur 27 Patienten an, Metallgeschmack zu verspüren? Man weiß, daß die Geschmacksempfindlichkeit bei den Menschen unterschiedlich ist. So wird z. B. in der Gerichtsmedizin das Geschmacksempfinden auf Bitterstoffe erbbiologisch zur Vaterschaftsbestimmung angewandt, d. h. daß auch erbliche Komponenten für eine Geschmacksqualität vorliegen können. (Kamp)

Die Geschmacksempfindlichkeit der Zunge reicht bis in den Gammabereich. Doch ist auch hier bei den verschiedenen Personen die Geschmacksquantität unterschiedlich.

Anderseits ist auch an die Gewöhnung an Metall zu denken. Einige Patienten gaben hierzu recht treffende Antworten: "Im Anfang wurde Metallgeschmack empfunden, doch inzwischen wird er nicht mehr registriert."

Ergebnis:

Die Co-Cr-Mo-Legierungen sind unter bestimmten physiologischen Einflüssen als nicht absolut mundbeständig anzusehen.

Es erhebt sich weiter die Frage: Sind die auftretenden Schleimhautrötungen auf Korrosion der Co-Cr-Mo-Legierung zurückzuführen oder nicht?

Wir hatten bei 25 Patienten Veränderungen der Gingiva festgestellt. In 9 Fällen konnten wir die Ursache durch unsachgemäße Verarbeitung, d. h. fehlende Abstützung und dgl. erklären. Bei 16 Fällen blieb uns keine andere Erklärung, als einen ursächlichen Zusammenhang mit der Co-Cr-Mo-Legierung anzunehmen.

Für die Reizerscheinungen sprechen folgende Faktoren:

1) Unverträglichkeit gegenüber Co-Cr-Mo-Legierungen

Die Co-Cr-Mo-Legierungen sind nicht mundbeständig, d. h. Metall geht in Lösung. Da aber die Legierung relativ korrosionsfest ist, bewegt sich die abgeschiedene Metallmenge ungefähr im Gammabereich. Dies bedeutet, daß für den Gesamtorganismus keinerlei Gefahren durch die Co-Cr-Mo-Legierung gegeben ist. Es ist aber denkbar, daß die Metallkonzentration in unmittelbarer Berührung mit der Gingiva wesentlich höher ist und lokal bedingt einen dauernden sich superponierenden Reiz ausübt. Rötungserscheinungen, die dem Untersuchenden an Stellen unmittelbaren Kontaktes mit der Co-Cr-Mo-Legierung auffallen, erscheinen hyperämisch-ödematös. Meistens werden derartige Reizerscheinungen von den Patienten toleriert. Sehr selten tritt der Fall ein, daß ein Brennen der Mundschleimhaut verspürt wird, und der Patient deshalb nicht mehr in der Lage ist, seine Modellgußprothese weiter zu tragen. Ein Fall, der an eine allergische hyperergische Reaktionslage gegenüber der Legierung oder einer seiner Legierungskomponenten denken läßt, ist selten zu beobachten.

2) Anwesenheit von elektrischen Spannungen

Im Abschnitt II dieser Arbeit wurde auf die verschiedensten Entstehungsmöglichkeiten elektrischer Spannungen hingewiesen. Es ist erwiesen, daß sich erhebliche Spannungen zwischen den Metallen im Munde bilden können, zumal ein Spannungsausgleich durch unmittelbaren Kontakt der Metalle untereinander meistens nicht gegeben ist.

In der Literatur wird sehr viel über das Spannungsgeschehen der Metalle geschrieben. Es wurde sogar empfohlen, ein Spannungsmeßgerät für jede zahnärztliche Praxis vorzusehen.

Über die Folgen von Spannungen ist wenig Genaues zu erfahren. Angeblich soll die Speichelsekretion durch elektrische Spannungen beeinflußt werden. Ansonsten warnen die Autoren, das Spannungsgeschehen überzubewerten. Nach Stegemann treten bei kurzgeschlossenen, stromliefernden Elementen Entzündungen der Mundschleimhäute, der Zunge, Entzündungen von Magen und Darm auf. Besonders häufig treten Nervenreizungen auf, die in Neuralgien zum Ausdruck kommen.

Es sollen nun an dieser Stelle eine Reihe von physikalischen Überlegungen besprochen werden, die einen Reiz begünstigen könnten.

Eine bekannte Tatsache ist es, daß bestimmte Personen auf Spannungen oder elektrische Felder, wie sie jahreszeitlich auftreten z. B. Luftdruckunterschiede, Föhne, Temperaturschwankungen, empfindlich reagieren.

Spannungsfelder ergeben sich auch zwischen zwei Metallen im Munde, die nicht leitend miteinander verbunden sind. Wenn wir von der Vorstellung eines Plattenkondensators mit all seinen physikalischen

Gesetzen ausgehen, dann können wir die zwei Metalle in der Mundhöhle als die Platten eines Kondensators ansehen, den Speichel, das Medium zwischen den beiden Platten, als Dielektrikum. Die sich im Speichel befindenden Bakterien, Moleküle und Zellen verhalten sich wie ein Dipol im elektrischen Feld. "Bei solchen "Dipolmolekülen" oder "polaren Molekülen" (Debye) fallen die Schwerpunkte der positiven nicht mit denen der negativen Ladungen zusammen. Dies führt unter dem Einfluß äußerer elektrischer Felder zur Polarisation nicht nur durch Deformation sondern auch infolge Orientierung."

Wenn die EMK des Feldes auch sehr gering sein mag, könnte sie durchaus richtungsweisend für Bakterien sein. Es kann daher an gewissen Stellen größerer Feldstärke zu Ansammlungen bestimmter Bakterien kommen. Die Auswahl der Bakterien dürfte größenabhängig und ladungsabhängig sein. Eine weitere Erklärung für lokal bedingte Reizerscheinungen.

In den körpereigenen Zellen kann es durch die dauernde unterschwellige Feldeinwirkung zu unphysiologischen Ausrichtungen von Molekülen, Ionen und Atomen kommen. Werden die Kondensatorplatten durch die Kaubewegung in ihrer Lage zueinander verändert, so ändern sich die Feldlinien entsprechend. Sollte das elektrische Feld auch Einfluß auf seine Umgebung in der Mundhöhle haben, d. h. auf Körper und Nervenzellen, dann wäre durch die Feldänderung eine Reizbeeinflußung bestimmter Nerven gegeben.

3) Weitere Reizmöglichkeiten

Mechanische Reizung, fehlerhafte Abstützung, Parafunktionen, Wärmeleitfähigkeit der Metalle, mangeln-

de Pflege der Prothese - Bildung von Schmutznischen, die die Gärung und das Bakterienwachstum fördern etc., sind reizbegünstigende Faktoren, die der Untersucher nicht mit völliger Sicherheit als Ursache ausschließen kann.

Ergebnis:

Eine objektive Aussage, daß Unverträglichkeiten dem Einfluß der Co-Cr-Mo-Legierungen zuzuschreiben sind, läßt sich nicht geben, zumal sich andere Reizfaktoren, wie in Absatz 2 und 3 beschrieben, nicht ausschließen lassen.

Bemerkenswert ist, daß uns derartige Reizerscheinungen von den bisher verwandten 18/8 Stählen nicht bekannt wurden.

Wir vermuten deshalb, daß der hohe Co-Anteil (64 %) der Legierung einen entscheidenden Reizfaktor darstellt.

Abschließend soll noch kurz auf die Wichtigkeit der regelmäßigen Nachuntersuchungen eingegangen werden. Ohne unsere Aufforderung zur kostenlosen Nachuntersuchung hätten sich viele Patienten, die sich zum Teil an den schlechten Sitz ihrer Prothesen, an Druckstellen und Schleimhautverletzungen durch verbogene Klammern gewöhnt hatten, nicht in Behandlung begeben.

Wir konnten konstruktive und funktionelle Fehler feststellen, die wir dank dieser Nachuntersuchung in Zukunft vermeiden können. Trotz aller Vorteile einer regelmäßigen Kontrolle der eingegliederten Prothesen dürfte sich eine solche leider aus finanziellen und organisatorischen Gründen weder in einer Praxis noch in einer Klinik durchführen lassen.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Unverträglichkeiten gegenüber den als besonders korrosionsfest bekannten Co-Cr-Mo-Legierungen wurden zum Anlaß genommen, eine Patientennachuntersuchung und chemische Korrosionsversuche durchzuführen.

Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß die Co-Cr-Mo-Legierungen unter bestimmten physiologischen Einflüssen als nicht mundbeständig anzusehen sind. Bei Korrosionsversuchen mit reduzierenden Säuren in teils geringen Konzentrationen konnten Kobalt mittels eines Plättchentestes und andere Legierungskomponenten papierchromatographisch ermittelt werden.

Auftretende Reizerscheinungen an metallbedeckten Schleimhautbezirken konnten nicht eindeutig als Metallintoxikation identifiziert werden, da sich andere Reizmomente nicht ausschließen ließen. Bemerkenswert ist, daß uns derartige Reizerscheinungen von den bisher verwandten I8/8 Stählen nicht bekannt wurden. Wir vermuten deshalb, daß der hohe Co-Anteil der Legierung einen entscheidenen Reizfaktor darstellt. Es muß aber betont werden, daß Unverträglichkeiten, die von dem Patienten nicht mehr toleriert werden, sehr selten sind.

D. LITERATURVERZEICHNIS

Andreas	Die Korrosion ein naturwissenschaftliches Grenzgebiet in der Zahnheilkunde. DZZ 15. Jahrg. 15. Sept. 1960 Heft 18
Eicher	Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung. Berlin 1960 Berlinische Verlagsanstalt G.m.b.H.
Götte	Zur Stoffschädigung durch Kunststoffprothesen. Zahnärztliche Praxis München 15 (1964) H.6,64 Prof. J. Münch zum 70. Geburtstag.
Huszar und Fuchs	Das Gefügebild von Kobalt-Chrom-Legierungen. Zahnärztliche Praxis München 8 H. 14.1o. (1957)
Klötzer	Zweckmäßige Materialien für die Teilprothese. Das Deutsche Zahnärzteblatt 12(1958)677
Kohlrausch	Praktische Physik Band 2 6.611 S. 260 Dipolmoment 6.625
Köhler	Messungen elektrischer Metallpotentiale im Munde DZZ.13.1958. Heft 6
Kömpp	Chemie Lexikon
Leobich	Moderne zahntechnische Werkstoffe 4. Jahrg. DZZ München 1. Juli Heft 13 1949
Masing	Grundlagen der Metallkunde 3. Aufl. Springer Verlag 1951
Marxkors	Korrosionsvorgang, verursacht durch metallische Werkstoffe im Munde des Patienten. Dt. Zahnärzteblatt 18 (1964) H.13,377

Philipps — Die Bedeutung elektrischer Ströme
DZZ. 12 - 1957 Heft 18

Schwindling — Alloplastische Implantate in der Zahnersatzkunde
Carl Hauser Verlag München 1960

Weikhart — Werkstoffkunde für Zahnärzte
Carl Hauser Verlag München 1966

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Georg Janke, danke ich für die Überlassung des Themas, die freundliche Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit und für seine Hilfe bei der Nachuntersuchung am Patienten.

Herrn Prof. Dr. phil. Emanuel Pfeil, Chemisches Institut der Philipps Universität Marburg an der Lahn, möchte ich danken für die Versuchsanordnung zur Bestimmung von Kobalt.

Ferner möchte ich Herrn Dipl. Chemiker Kamm, am Gerichtsmedizinischen Institut der Philipps Universität zu Marburg für die qualitative Auswertung mittels Papierchromatografie herzlichen Dank sagen.

Besonderen Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. H. Heuser, mit dessen Hilfe und Rat es mir ermöglicht wurde, eine Nachuntersuchung an Patienten der Klinik durchzuführen. Desgleichen danke ich ihm für die Übernahme des Korreferates.

L e b e n s l a u f

Am 27. August 1939 wurde ich, Karl Wedekind, als Sohn des Kaufmannes Karl Wedekind und seiner Ehefrau Ilse, geb. Löhr, in Braunschweig geboren.

Vom Herbst 1946 bis zum Frühjahr 1951 besuchte ich die Grundschule in Wolfenbüttel. Danach ging ich zur Großen-Schule Wolfenbüttel, einem humanistischen Gymnasium für Jungen mit mathematisch-naturwissenschaftlichem Zweig. Am 2. März 1961 bestand ich das Abitur.

Mit dem Sommersemester 1961 begann ich mein Studium an der Georg-August-Universität in Göttingen. Dort legte ich am 30. Oktober 1963 meine zahnärztliche Vorprüfung ab. Nach dem 6. Fachsemester wechselte ich die Universität. An der Philipps-Universität zu Marburg an der Lahn bestand ich am 27. August 1966 mein Staatsexamen. Im Wintersemester 1966/67 habe ich den größten Teil der Versuche für die vorliegende Arbeit durchgeführt.

Nach meiner Wehrübung war ich vom 1. August 1967 bis 15. März 1968 als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle an der Marburger Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die
Herren Professoren und Dozenten:

An der Georg-August-Universität Göttingen

Ax, Blechschmidt, Bolle, Brockmann,
Deuticke, Flammersfeld, Glees,
Glemser, Hilsch, Hinrichsen, Hollmann,
Kramer, Linzbach, Meyer, Schulze,
Sonnabend

An der Philipps-Universität zu Marburg an der Lahn

Braun-Falco, Dölle, Gedigk, Hennis,
Hering, Heuser, Janke, Korb, Kottmeyer,
Lang, Mahr, Mann, Marx, Maurath,
Pantke, Pfütz, Petry, Salfeld, Schiff,
Schmid, Siegert, Siess, Walcher